

T \$3/5/1

3/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010384339 **Image available**

WPI Acc No: 1995-285653/199538

Related WPI Acc No: 2002-307339; 2002-307518

XRPX Acc No: N95-217475

**Video display appts. mountable in user's head - arranges mirror between
video display element and concave mirror arranged in parallel**

Patent Assignee: OLYMPUS OPTICAL CO LTD (OLYU)

Inventor: KUBA K

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 7181391	A	19950721	JP 93323820	A	19931222	199538 B
US 5661604	A	19970826	US 94361225	A	19941221	199740

Priority Applications (No Type Date): JP 93323820 A 19931222

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 7181391	A		28	G02B-017/08	
US 5661604	A		45	G02B-027/14	

Abstract (Basic): JP 7181391 A

The video display appts comprises a video display device (1) which displays an image. A projection optical system projects the image to an observation domain for which the video display device and concave (2) are arranged in parallel, in between which one way mirror (3) is positioned.

A reflected member is arranged such that it forms a repetitive optical path between the half penetration reflective members. A diffraction optical device (20) of reverse distribution characteristics is arranged on either sides of the optical path.

ADVANTAGE - Corrects colour aberration satisfactorily. Realizes compact and light weight nature.

Dwg.1/40

Title Terms: VIDEO; DISPLAY; APPARATUS; MOUNT; USER; HEAD; ARRANGE; MIRROR;
VIDEO; DISPLAY; ELEMENT; CONCAVE; MIRROR; ARRANGE; PARALLEL

Derwent Class: P81; W03

International Patent Class (Main): G02B-017/08; G02B-027/14

International Patent Class (Additional): H04N-005/64

File Segment: EPI; EngPI

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-181391

(43) 公開日 平成7年(1995)7月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 17/08

A

H 0 4 N 5/64

5 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平5-323820

(22) 出願日 平成5年(1993)12月22日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 久芳圭一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン

パス光学工業株式会社内

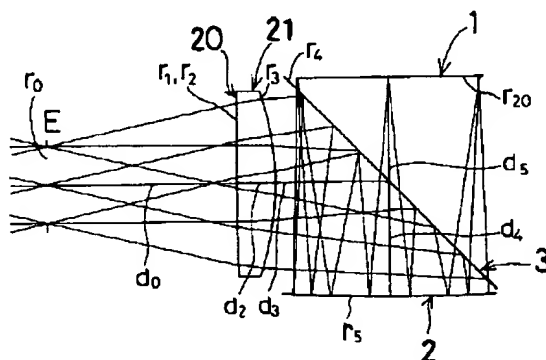
(74) 代理人 弁理士 荏澤 弘 (外7名)

(54) 【発明の名称】 映像表示装置

(57) 【要約】

【目的】 色収差が良好に補正されたコンパクトで軽量の広画角頭部装着式映像表示装置。

【構成】 映像を表示する映像表示素子1と、その映像を眼球の瞳Eに拡大投影するために映像表示素子1と対向して設けられた凹面鏡2と、両者の間に配置されたハーフミラー3とを備えた頭部装着式映像表示装置において、光路の何れかの位置に逆分散特性の回折光学素子20を配置して、色収差を補正する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 映像を表示する映像表示手段と、前記映像を観察領域に導く投影光学系とからなる映像表示装置において、

前記投影光学系が、

前記映像表示手段の光路上に配置された光軸屈曲手段としての半透過反射部材と、

前記半透過反射部材との間で折り返し光路を形成するように配置された反射部材と、

屈折力を有する部材と、

回折光学部材とを有し、

前記の屈折力を有する部材若しくは回折光学部材の少なくとも一方が、前記折り返し光路を含んだ前記半透過反射部材と前記観察領域との間の光路中に配置されていることを特徴とする映像表示装置。

【請求項2】 映像を表示する映像表示手段と、前記映像を観察領域に導く投影光学系とからなる映像表示装置において、

前記投影光学系が、

前記映像表示手段の光路上に配置された光軸屈曲手段としての半透過反射部材と、

前記半透過反射部材との間で折り返し光路を形成するように配置された反射部材と、

前記折り返し光路を含んだ前記半透過反射部材と前記観察領域との間の光路中に配置された屈折力を有する部材並びに回折光学部材とを有することを特徴とする映像表示装置。

【請求項3】 前記屈折力を有する部材と前記回折光学部材とが一方で発生する色収差を少なくとも一部相殺するように形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の映像表示装置。

【請求項4】 前記屈折力を有する部材が少なくとも正の色収差を発生させる構成であると共に、前記回折光学部材が少なくとも負の色収差を発生させる構成であることを特徴とする請求項1、2又は3記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、映像表示装置に関し、特に、使用者の頭部若しくは顔面に保持して眼球に映像を投影する小型の頭部又は顔面装着式の映像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、バーチャルリアリティ用、あるいは、個人的に大画面の映像を楽しむことを目的として、ヘルメット型、ゴーグル型の頭部又は顔面に保持する映像表示装置が開発されている。

【0003】例えば、特開平3-191389号においては、図37に示すように、映像を表示する2次元表示素子1と、その映像を眼球4に拡大投影するために表示

2

素子1と対向して設けられた凹面鏡2と、両者の間に配置されたハーフミラー3とを備えることにより、良好な結像性能を保ったまま光学系を小型化する方法が開示されている。また、米国特許第4,269,476号では、上記のハーフミラーの代わりに、図38に示すように、ハーフミラーを有するビームスプリッタプリズム5を使用している。

【0004】

【発明の解決しようとする課題】図37、図38に示したような従来の接眼光学系を広画角化するには、①2次元表示素子1を大きくするか、②光学系の焦点距離fを小さくすればよい。

【0005】①の方法は、2次元表示素子だけでなく、ハーフミラーあるいはプリズムも大型化するので、装置の大きさ・重量が増加し、頭部装着式映像表示装置として好ましくない。また、特に両眼視の場合に、上述の素子同士が干渉することから、広画角化に限界がある。

【0006】一方、②の方法で図37の構成の光学系を広画角化すると、凹面鏡による像面湾曲（負のペッツバル和）や外コマ収差が問題となる。そこで、凹面鏡の代わりに裏面鏡を使用し、像面湾曲・コマ収差等の収差補正能力を増すと共に、ミラーの耐久性も向上させる方法が考えられるが、屈折系レンズにより色収差が発生する。

【0007】この点に関しては、図39のように、屈折系レンズをダブレット8とし、色収差を補正すればよいが、重量が増加するので、頭部装着式映像表示装置として好ましくなくなる。このダブレット8を構成するレンズは、効果的に色収差を補正するために、例えば、凹レンズはフリント系ガラス、凸レンズはクラウン系ガラスとしていることから、特に凹レンズの重量が大きい。

【0008】また、②の方法は、2次元表示素子1の大きさを一定に保ったまま光学系の焦点距離を小さくすると、眼球4とハーフミラー3の間隔（光学系の作動距離）が減少し、眼鏡を着けたままの使用が困難になる等の問題が発生する。また、広画角化にも限界がある。

【0009】そこで、光学系を大幅に大きくすることなく広画角化する方法として、眼球とハーフミラーの間に正の屈折力を有する面若しくは正の屈折力を持つレンズを配置することが考えられる。しかし、この場合は、眼球とハーフミラーの間の正の屈折力を有する面若しくは正の屈折力を持つレンズにおいて色収差が発生するため、この色収差を補正する必要が生ずる。

【0010】このような光学系の一例の光路図を図40に示す。この光学系は、眼球4の瞳Eとハーフミラー3の間隔を大きくするためにプリズム5を使用し、広画角化に伴う歪曲収差の増加の補正とテレセントリック性の確保のために、プリズム5の映像表示素子1側の面7を非球面としている。

【0011】この構成の光学系は、40°×30°とい

3

う広画角光学系であるにも関わらず、小型で良好な性能である。しかし、色収差を補正するために反射鏡付近にガラスレンズのダブルレット8を使用していることから、プリズム5をプラスチックとして重量の増加を抑えても、上記で例示したように、全体の重量が大きく増加してしまう。

【0012】何れにしても、ガラスレンズで色消し光学系を構成しようとする、このように重量が大きく増加するので、この重量を減少させることが非常に重要である。

【0013】本発明は、このような従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、色収差が良好に補正されたコンパクトで軽量の広画角頭部装着式映像表示装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明の映像表示装置は、映像を表示する映像表示手段と、前記映像を観察領域に導く投影光学系とからなる映像表示装置において、前記投影光学系が、前記映像表示手段の光路上に配置された光軸屈曲手段としての半透過反射部材と、前記半透過反射部材との間で折り返し光路を形成するように配置された反射部材と、屈折力を有する部材と、回折光学部材とを有し、前記の屈折力を有する部材若しくは回折光学部材の少なくとも一方が、前記折り返し光路を含んだ前記半透過反射部材と前記観察領域との間の光路中に配置されていることを特徴とするものである。

【0015】もう1つの本発明の映像表示装置は、映像を表示する映像表示手段と、前記映像を観察領域に導く投影光学系とからなる映像表示装置において、前記投影光学系が、前記映像表示手段の光路上に配置された光軸
30 屈曲手段としての半透過反射部材と、前記半透過反射部材との間で折り返し光路を形成するように配置された反射部材と、前記折り返し光路を含んだ前記半透過反射部材と前記観察領域との間の光路中に配置された屈折力を*

$$0.033 < \Sigma (f/f_{002}) < 0.19 \quad \dots (1)$$

ただし、 Σ は回折光学素子が複数ある場合にそれらについて総和をとることを意味する。

※【0023】また、光学系全系の焦点距離 f が次の条件式を満足するようにすると、更に好ましい。

$$15 < f < 60 \quad \dots (2)$$

また、回折光学素子は、光軸から離れるに従い近軸的な球面系のパワーより弱いパワーとなる非球面作用（ピッチ分布）を持つことが望ましい。

【0024】

【作用】以下、上記構成を採用する理由とその作用について説明する。ゾーンプレートに代表される回折光学素子（以下、DOE）は、アッペ数 $v_s = -3.45$ という大きな逆分散特性を持ち、色収差補正能力が大きい。したがって、従来技術の問題点で述べた広画角化に伴う色収差の発生を効果的に補正することができる。

【0025】さらに、非球面作用を持つDOEの製法は

4

*有する部材並びに回折光学部材とを有することを特徴とするものである。

【0016】これらにおいて、屈折力を有する部材と回折光学部材とが一方で発生する色収差を少なくとも一部相殺するように形成されていることが望ましい。特に、屈折力を有する部材が少なくとも正の色収差を発生させる構成であると共に、回折光学部材が少なくとも負の色収差を発生させる構成であることが望ましい。

【0017】さらに、半透過反射部材としては、ハーフミラー、プリズム、偏光ビームスプリッター等を用いることができ、反射部材としては、平面鏡、凹面鏡等を用いることができ、屈折力を有する部材としては、レンズ面、正レンズ等を用いることができる。なお、半透過反射部材としてプリズムを用いる場合、屈折力を有する部材をレンズ面とし、このプリズムと一体に設けることができる。

【0018】からなることを特徴とする請求項1又は2記載の映像表示装置。

【0019】また、映像表示手段と反射部材とを半透過反射部材を介して光軸がほぼ平行になるように配置すること、及び、半透過反射部材を介して光軸が交差するように配置することもできる。

【0020】なお、上記構成において、観察領域は、アイポイントを意味する。

【0021】より具体的に、正パワーを持つ屈折面あるいは屈折レンズを眼球と光軸屈曲手段の間に、正パワーの回折光学素子を光軸屈曲手段と反射鏡の間に配置した構成か、あるいは、屈折パワーと回折光学素子で構成される光学系を眼球と光軸屈曲手段の間に配置した構成かの、何れかの構成が望ましい。

【0022】この場合、着目している回折次数光における光学系全系の焦点距離を f 、回折光学素子の焦点距離を f_{002} としたときに、以下の条件式を満足することが望ましい。

球面作用を持つDOEの製法と同じであるので、DOEに積極的に非球面作用を持たすことができ、広画角化に伴う軸外収差の増加を効果的に補正することができる。この場合、光軸から離れるに従い近軸的な球面系のパワーより弱いパワーとなるような非球面作用（ピッチ分布）をDOEに持たせると、収差補正能力が大きくなる。また、このようなピッチ配列は、DOEの有効径周辺のピッチを大きくするので、その製作性も向上する。また、屈折系レンズと異なり、DOEは、基板の表面に回折面を加工するだけなので、実質上、体積・重量の増加は伴わず、頭部装着式映像表示装置の光学系としては

好ましい。

【0026】光学系の大型化を伴わずに効果的に広画角化するには、正パワーの面あるいは正パワーの素子を眼球と光軸屈折屈曲手段の間に配置するとよい。この場合、DOEを使用した効果的な色消し光学系には、次の3通りの構成が考えられる。

【0027】①正パワーを持つ屈折面あるいは屈折レンズを眼球と光軸屈曲手段の間に配置し、正パワーのDOEを光軸屈曲手段と映像表示素子の間、好ましくは、反射鏡付近に配置する。

*②屈折系とDOEで構成される全体として正パワーを持つ色消し光学系を眼球と光軸屈曲手段の間に配置する。

③正のパワーを持つDOEを眼球と光軸屈曲手段の間に配置し、正のパワーの屈折面あるいは屈折レンズを光軸屈曲手段と映像表示素子の間、好ましくは、反射鏡付近に配置する。

【0028】上述の①～③の各光学系の色収差補正具合を表1に示す。

*10

表1：各光学系における発生色収差

		眼球と光軸屈曲手段 の間の光学系	光軸屈曲手段と映像 表示素子間の光学系	合 計
①	軸上色収差	正	負	無
	倍率色収差	正	負	正
②	軸上色収差	無	無	無
	倍率色収差	無	無	無
③	軸上色収差	負	正	無
	倍率色収差	負	正	負

表1に示すように、①～③の構成により、光学系が大型化するのを防止すると共に、屈折系+DOEで効果的に色消し光学系が構成できる。

※と、作動距離と広画角の確保が容易になり、好ましい。この際の、上述①～③の各光学系の色収差補正具合を表2に示す。

【0029】さらに、光軸屈曲手段をプリズムで構成す※

表2：プリズムを使用した場合の各光学系における発生色収差

		眼球と光軸屈 曲手段の間の 光学系	光軸屈曲手段 と映像表示素 子間の光学系	プリズム 射出端面	合 計
①	軸上色収差	正	負	負	無
	倍率色収差	正	負	無	無
②	軸上色収差	無	無	負	負(小)
	倍率色収差	無	無	無	無
③	軸上色収差	正	負	負	負(大)
	倍率色収差	正	負	無	負

この場合は、上述の③の構成では、軸上色収差・倍率の 50 色収差の両方を同時に補正することは無理なので、①あ

るいは②の構成が好ましい。

【0030】①の構成の光学系は、眼球と光軸屈曲手段の間の正パワーを持つ屈折面あるいは屈折レンズでは正の色収差が発生し、反射鏡付近のDOEを含む光学系では負の色収差が発生し、映像表示素子側のプリズム端面（射出面）で負の色収差が発生するので、軸上の色収差・倍率の色収差共に良好に補正される。

【0031】また、この場合は、DOEにおける軸上光束と軸外光束の位置が大きく異なるので、DOEは、球面収差・軸上色収差の補正のみならず、歪曲収差・非点収差等の軸外収差の補正や表示素子側テレセントリック性の確保に有効である。

【0032】さらに、光学系全体での色収差を小さくするには、光軸屈曲手段として使用するプリズムの分散を少なくするのが好ましい。プリズムの分散が小さいと、屈折系の色収差を補正するDOEのパワーが弱くて済む*

$$n \cdot \sin \theta = n' \cdot \sin \theta'$$

ただし、n : 入射側媒質の屈折率

n' : 射出側媒質の屈折率

θ : 光線の入射角

θ' : 光線の射出角

$$n \cdot \sin \theta - n' \cdot \sin \theta' = m\lambda/d \quad \dots (4)$$

ただし、n : 入射側媒質の屈折率

n' : 射出側媒質の屈折率

θ : 光線の入射角

θ' : 光線の射出角

m : 回折次数

λ : 波長

d : DOEのピッチ

なお、この際、ブレース化あるいはブレース近似を行うと、高回折効率を維持することができる。

【0037】DOEを含む光学系を設計する手法とし☆

$$(n_0 - 1) dz/dh = n \cdot \sin \theta - n' \cdot \sin \theta' \quad \dots (5)$$

ただし、 n_0 : ultra-high index lens の屈折率

(以下に説明する設計では、 $n_0 = 1.001$ とした。)

z : ultra-high index lens の光軸方向の座標

h : ultra-high index lens の媒質に沿った座標

n : 入射側媒質の屈折率

n' : 射出側媒質の屈折率

$$(n_0 - 1) dz/dh = m\lambda/d \quad \dots (6)$$

すなわち、「 $n \gg 1$ なる屈折系レンズの面形状」と「DOEのピッチ」の間には、式(6)で表現される等価関係が成立するので、Sweatt modelにより設計した ultra-high index lens の面形状から、DOEのピッチ分布◇

$$z = c h^2 / \{ 1 + [1 - c^2 (k+1) h^2]^{1/2} \} + A h^4 + B h^6 + C h^8 + D h^{10} \quad \dots (7)$$

ただし、z : 光軸でレンズに接する接平面からのずれ (サグ値)

c : 曲率

h : 光軸からの距離

*ので、光学系全体の2次スペクトルが小さくなり、色収差特性が更に向上するし、DOEのピッチも大きくなり、製作上も好ましい。

【0033】

【実施例】以下、図面を参照にして、本発明による頭部装着式映像表示装置の光学系の実施例1~20について説明する。まず、最初に、本発明で使用しているDOEを含む光学系の設計方法について述べる。回折現象に基づく光学素子DOEについての原理的な説明は、例えば「光学デザイナーのための小型光学エレメント」(オプトロニクス社)の第6章・第7章に詳しいが、以下に簡単に説明する。

【0034】屈折現象に基づく光学素子では、図1に示すように、光線①はスネルの法則に基づいて曲げられる。

【0035】

... (3)

※それに対して、DOEの場合は、図2に示すように、光線①は式(4)で表現される回折現象により曲げられる。

※ 【0036】

☆で、Sweatt modelが知られている。これについては、『W.C.Sweatt, "NEW METHODS OF DESIGNING HOLOGRAPHIC OPTICALELEMENTS", SPIE, Vol.126, pp.46-53(1977)』に詳しいが、図3を使用して、以下に簡単に説明する。

【0038】図3において、⑤は $n \gg 1$ なる屈折系レンズ(超高屈折率レンズ: ultra-highindex lens)、②は法線、zは光軸方向の座標、hは基板に沿う方向の座標とする。上記の論文によれば、式(5)が成立する。

【0039】

☆ θ : 光線の入射角

θ' : 光線の射出角

したがって、式(4)、(5)より、次の式(6)が成立する。

【0040】

◇を求めることができる。

【0041】具体的には、ultra-high index lens を式(7)で定義される非球面レンズとして設計したとする、

k : 円錐定数

A : 4次非球面係数

B : 6次非球面係数

50 C : 8次非球面係数

D : 10次非球面係数

ここで、説明を簡単にするために、ultra-high index l *

$$d = m\lambda / [(n-1) dz / dh] \\ = [m\lambda / (n-1)] \times [ch / \{1 - c^2 (k+1) h^2\}^{1/2} \\ + 4Ah^3 + 6Bh^5 + 8Ch^7 + 10Dh^9]^{-1} \dots (8)$$

が得られる。この式(8)で定義されるピッチ分布をもたせてやればよい。なお、以下に示す実施例では、e線を基準波長とし、 $\lambda = e$ 線の場合のピッチを計算している。

$$\therefore n(\lambda) - 1 = K\lambda$$

ただし、 $K = m / [d \cdot dz / dh]$

今回は、 $n_d = 1.001$ としたので、 $K = 1.7020$ 。

【0044】したがって、式(9)に従い、 $n_c = 1.18.0$ 、 $n_e = 930.39$ 、 $n_f = 828.37$ 、 $n_g = 742.78$ とすれば、DOEの分散特性を表現できる。

【0045】なお、以下に示す実施例では、非球面項として10次までしか使用していないが、もちろん、12次、14次・・・の非球面項を使用してもよい。また、以下に示す実施例では、屈折系レンズを球面レンズとして扱える場合が大半であるが、屈折系レンズを非球面レンズとすれば、更に好ましいことは言うまでもない。

【0046】また、以下に示す実施例では、DOEを1面しか使用していないが、2面以上使用してももちろんよい。また、以下に述べる実施例における光線追跡は、眼球側を物点側とし、映像表示素子を像点とした逆追跡を行っている。また、式(8)より、回折次数 m を大きくすると、ピッチが大きくなり、製作性が向上するが、以下では、説明を簡単にするために、 $m = +1$ としている。

【0047】また、e線を基準波長とし、焦点距離等はe線における値である。

【0048】(第1実施例)図4に第1実施例のレンズ断面図を示す。図4において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号2は凹面鏡、符号3はハーフミラー、符号20はDOE(回折面)であり、この実施例では、片側が回折面20で全体として正の屈折力を持つレンズ21を、眼球とハーフミラー3の間に配置している。正作用のレンズ21を使用すること

【0049】図24にこの実施例の横収差図を示す。図24において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂☆

$$0.033 < f / f_{DOE} < 0.19$$

が必要となる。

【0055】条件式(10)の下限の0.033を越え、色収差が補正不足で正の色収差が性能を悪化させ、条件式(10)の上限の0.19を越えると、色収

*ensの片面を平面にすると、式(6)、(7)より、

※【0042】また、式(6)は任意の波長で成立する必要がある。

【0043】

※

$$\dots (9)$$

☆直方向12.8°、(3)は画面の水平方向17°、垂直方向12.8°、(4)は画面の水平方向17°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向17°、垂直方向-12.8°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-12.8°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0050】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第1面が非球面で、非球面形状は上記の式(7)で定義される。また、第2面がDOE20を加工する基板で、第1面~第2面で定義されるのがDOE20が相当するultra-high index lensである。

【0051】レンズ21のベッツパール和は正であるので、凹面鏡2の負のベッツパール和を補正し、像面湾曲が良好に補正される。レンズ21を屈折系レンズだけで構成すると、ベッツパール和が補正過剰になりがちであるが、屈折率無限大の屈折系レンズと等価であるDOE面20はベッツパール和を発生させないので、レンズ21はベッツパール和が大きく過剰補正になるのを防止している。

【0052】また、DOE面20は、その逆分散作用により、屈折系レンズで発生する正の色収差補正している。その結果、図24に示すように、この光学系は色収差が良好に補正されアクロマート(2色色消し)となっている。

【0053】本実施例のように、光軸屈曲手段の後で色収差が発生しない場合には、光軸屈曲手段の前のレンズ系を色消しレンズ系とする必要がある。

【0054】ここで、屈折系レンズとDOEの焦点距離をそれぞれ f_{ref} 、 f_{DOE} 、屈折系レンズ、DOEのアッペ数をそれぞれ ν_{ref} 、 ν_{DOE} ($= -3.45$)とする。全体として f の焦点距離を持つ屈折系レンズ+DOEの合成光学系が軸上色消しとなるためには、ガラス、プラスチックの場合には、 $15 < \nu_{ref} < 100$ であることから、

$$\dots (10)$$

差が補正過剰となり、負の色収差と大きな2次スペクトルが性能を悪化させる。

【0056】また、次の条件を満足すると、更に好まし

11

$$15 < f < 60$$

条件式(2)の下限の15を越えると、光学系の作動距離が小さくなり好ましくなく、条件式(2)の上限の60を越えると、光学系が大きくなり重量が増加するので好ましくない。

【0057】本実施例では、 $v_{ref} = 56.25$ であるので、 $f/f_{DOE} = 0.057$ となっている($f = 44.03$)。

【0058】DOEを製作する場合、ピッチの配列は自由であるので、本実施例では、DOE (ultra-high index lens) 20を非球面レンズとして扱っている。本実施例におけるDOE 20の非球面作用は、DOE 20の有効径周辺のピッチを大きくしている。このように、有効径周辺に向かうにつれて近軸的に決まるピッチ配列よりもパワーを弱くする(ピッチを大きくする)ことにより、球面収差等を良好に補正する等の収差補正能力が増すと共に、DOE 20の有効径周辺のピッチが小さくなって作製が困難になるのを防止している。なお、本実施例におけるDOE 20の最小ピッチは、 $52 \mu m$ と製作上問題ない値である。

【0059】また、DOEの場合、製作誤差により着目次数光以外の不要次数光が発生する。不要次数光の像面を着目次数光の像面から大きく離すには、DOEのピッチを小さくするか、あるいは、DOEをマージナル光束径の大きな箇所配置すればよい。本実施例では、DOE 20をマージナル光束径の大きな箇所に配置しているので、色収差が効果的に補正できると共に、不要次数光の影響を効果的に除去できる配置となっている。

【0060】また、映像表示素子1の映像を観察する以外に、外界を観察する機能を付加するには、光軸屈曲手段3の眼球と反対側に負のパワーを持つ面あるいは負のパワーを持つレンズを付加し、「レンズ21と負のパワーを持つレンズで構成される光学系」がアフォーカル光*

$$v_{ref} f^2 / 2 + (v_{DOE} - v_{ref}) f_{DOE} f - v_{DOE} f_{DOE}^2 \approx 0$$

・・・(11)

$15 < v_{ref} < 100$ とすると、

$$0.033 < f/f_{DOE} < 0.18$$

と、式(10)とほぼ同様の結果を得る。本実施例では、 $f/f_{DOE} = 0.06$ と、条件式(12)を満足している。また、 $f = 44.65$ と、条件式(2)を満足している。

【0066】また、本実施例の場合、軸上と軸外の光束位置が大きく異なる箇所にDOE 20を使用しているので、DOE 20が色収差・球面収差のみならず、歪曲収差・非点収差等の軸外収差も良好に補正している。

【0067】また、本実施例におけるDOE 20も、有効径周辺に向かうにつれて近軸的に決まるピッチより大きくなるピッチ配列を持っているが、これは凹面鏡で発生する負の歪曲収差を補正するのに必要な条件でもある。

【0068】(第3実施例)図6に第3実施例のレンズ

12

・・・(2)

*学系となるようにし、負のパワーを持つ面あるいはレンズの更に前側にシャッター手段を設けることにより、映像表示素子1の映像を観察する以外に、外界像を観察することが可能となる。

【0061】(第2実施例)図5に第2実施例のレンズ断面図を示す。図5において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号3はハーフミラー、符号20はDOE(回折面)、符号21は正の屈折力を持つレンズであり、この実施例では、反射ミラーの表面に回折面を加工している(反射型DOE)。

【0062】図25にこの実施例の横収差図を示す。図25において、(1)は画面の視軸方向(水平方向 0° 、垂直方向 0°)、(2)は画面の水平方向 0° 、垂直方向 12.8° 、(3)は画面の水平方向 17° 、垂直方向 12.8° 、(4)は画面の水平方向 17° 、垂直方向 0° 、(5)は画面の水平方向 17° 、垂直方向 -12.8° 、(6)は画面の水平方向 0° 、垂直方向 -12.8° における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0063】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第4面が非球面で、非球面形状は上記の式(7)で定義される。また、第5面がDOE 20を加工する基板(反射面)で、第4面～第5面で定義されるのがDOE 20が相当するultra-highindex lensである。

【0064】本実施例では、光軸屈曲手段3の前のレンズ21で発生した正の色収差を、光軸屈曲手段3の後のDOE 20が良好に補正している。全合成光学系の焦点距離を f とすると、レンズ21とDOE 20の間隔はほぼ $f/2$ であるので、合成光学系が色消しになるためには、次式が成立する必要がある。

【0065】

$$・・・(12)$$

断面図を示す。図6において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号5はビームスプリッターリズム、符号3はハーフミラー、符号20はDOE(回折面)、符号22は正の屈折力を持つビームスプリッターリズムの入射面(逆追跡)であり、この実施例でも、反射ミラーの表面に回折面を加工している(反射型DOE)。この実施例は、より大きな作動距離と画角を得るために、光軸屈曲手段としてビームスプリッターリズム5を使用している。また、このプリズム5の眼球側の面22に正のパワーを持たせることで、プリズム5の大型化を伴わないで、広画角化を達成している。

【0069】図26にこの実施例の横収差図を示す。図26において、(1)は画面の視軸方向(水平方向 0°

°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向9°、(3)は画面の水平方向12°、垂直方向9°、(4)は画面の水平方向12°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向12°、垂直方向-9°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-9°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0070】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第3面が非球面で、非球面形状は上記の式(7)で定義される。また、第4面がDOE20を加工する基板(反射面)で、第3面~第4面で定義されるのがDOE20が相当するultra-high index lens である。

【0071】本実施例の場合は、第2実施例と異なり、プリズム5に収束光が入射し、収束光が射出するので、プリズム5による正の色収差が発生するが、DOE20のパワーを適切に設定することで、軸上の色収差・倍率の色収差共に補正することができる。正パワーの面22で発生する正の色収差とプリズム5射出端で発生する正の色収差を補正するために、第2実施例の場合よりもDOE20のパワーを強くする必要がある。

【0072】本実施例の場合、 $f/f_{008} = 0.1075$ 、 $f = 20.90$ と、条件式(2)、(12)を満足している。また、プリズム5の分散をより小さくすると、2次スペクトルを含め光学系全体の色収差をより小さくすることができるので好ましい。

【0073】本実施例の場合、軸上と軸外の光束位置が大きく異なる箇所にDOE20を使用しているので、DOE20が色収差・球面収差のみならず、コマ収差・非点収差・歪曲収差等の軸外収差も良好に補正している。また、本実施例におけるDOE20も、有効径周辺に向かうにつれ近軸的に決まるピッチより大きくなるピッチ配列を持っている。有効径の中心から有効径の56%程度の箇所まではピッチがだんだん小さくなり、この箇所を過ぎ有効径の90%まではピッチがだんだん大きくなり、有効径の90%の箇所でノーパワーとなり、ここを過ぎると負パワーがだんだん強くなる。

【0074】(第4実施例)図7に第4実施例のレンズ断面図を示す。図7において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号5はビームスプリッタリズム、符号3はハーフミラー、符号7はビームスプリッタリズムの射出面(逆追跡で)、符号20はDOE(回折面)、符号22は正の屈折力を持つビームスプリッタリズムの入射面(逆追跡で)であり、この実施例は、第3実施例におけるビームスプリッタプリズム5の映像表示素子1側の面7を非球面とし、歪曲収差の補正とテレセントリック性の確保を行っている。

【0075】図27にこの実施例の横収差図を示す。図27において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向15°、(3)は画面の水平方向20°、垂直方向15°、(4)は画面の水平方向20°、垂直方向0

°、(5)は画面の水平方向20°、垂直方向-15°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-15°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0076】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第3面、第5面が非球面で、非球面形状は上記の式(7)で定義される。また、第4面がDOE20を加工する基板(反射面)で、第3面~第4面で定義されるのがDOE20が相当するultra-high index lens である。

【0077】本実施例の場合、 $f/f_{008} = 0.0740$ 、 $f = 29.56$ と、条件式(2)、(12)を満足している。ここでは、非球面7を近軸的にノーパワーとしているが、非球面7に近軸的パワーを持たせると色収差が発生する。しかし、面7は像面に近く近軸光線高が低いので、発生色収差は少なく、この場合も条件式(12)ではば代用できる。

【0078】本実施例におけるDOE20も、有効径周辺に向かうにつれて近軸的に決まるピッチ配列よりも大きくなるピッチ配列を持っている。有効径中心から有効径75%の位置までは徐々にピッチが小さくなるが、有効径の75%の位置から外側に向かうにつれてピッチはだんだん大きくなる。広画面光学系の場合は、このようなピッチ配列とすると、DOE20の収差補正能力がより大きくなる。

【0079】また、本実施例は図40のダブルレット8をDOE20に置き換えた構成であるが、図40と比較すると、観察者眼球の瞳孔位置Eと映像表示素子1の間隔が小さく、広画面化に有効である。

【0080】(第5実施例)図8に第5実施例のレンズ断面図を示す。図8において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号5はビームスプリッタリズム、符号3はハーフミラー、符号20はDOE(回折面)、符号21は正の屈折力を持つレンズであり、この実施例は、第3実施例におけるビームスプリッタプリズム5の眼球側の正パワーの面22の代わりに、正パワーのレンズ21をプリズム5から独立して使用し、収差を小さくして更に広画面化を行っている。

【0081】図28にこの実施例の横収差図を示す。図28において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向11.3°、(3)は画面の水平方向15°、垂直方向11.3°、(4)は画面の水平方向15°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向15°、垂直方向-11.3°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-11.3°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0082】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第5面が非球面で、非球面形状は上記の式(7)で定義される。また、第6面がDOE20を加工する基板(反射面)で、第5面~第6面で定義されるのがDOE

E20が相当するultra-highindex lens である。

【0083】本実施例の場合、 $f/f_{\text{DOE}} = 0.0802$ 、 $f = 24.76$ と、条件式(2)、(12)を満足している。本実施例におけるDOE20も、有効径周辺に向かうにつれて近軸的に決まるピッチ配列よりも大きくなるピッチ配列を持っている。有効径中心から有効径の75% (8.8mm)の位置までは徐々にピッチが小さくなるが、有効径の75%の位置から外側に向かうにつれてピッチはだんだん大きくなる。

【0084】(第6実施例)図9に第6実施例のレンズ断面図を示す。図9において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号2は凹面鏡、符号5はビームスプリッタリズム、符号3はハーフミラー、符号20はDOE (回折面)、符号21は正の屈折力を持つレンズであり、この実施例は、より大きな作動距離と画角を得るために、第1実施例におけるハーフミラー3の代わりにビームスプリッタリズム5を使用している。

【0085】図29にこの実施例の横収差図を示す。図29において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向11.3°、(3)は画面の水平方向15°、垂直方向11.3°、(4)は画面の水平方向15°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向15°、垂直方向-11.3°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-11.3°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0086】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第1面が非球面で、非球面形状は上記の式(7)で定義される。また、第2面がDOE20を加工する基板(屈折面)で、第1面~第2面で定義されるのがDOE20が相当するultra-highindex lens である。本実施例の場合、 $f/f_{\text{DOE}} = 0.0560$ 、 $f = 24.81$ と、条件式(10)、(2)を満足しており、良好な色収差補正がなされている。

【0087】(第7実施例)図10に第7実施例のレンズ断面図を示す。図10において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号5はビームスプリッタリズム、符号3はハーフミラー、符号22は正の屈折力を持つビームスプリッタリズムの入射面(逆追跡で)、符号30は正の屈折力を持つレンズでその片面がDOE (回折面)20で反対側の面が球面ミラーとなっており、この実施例は、ビームスプリッタリズム5と色収差補正レンズ30を分離したものである。

【0088】図30にこの実施例の横収差図を示す。図30において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向12.8°、(3)は画面の水平方向17°、垂直方向12.8°、(4)は画面の水平方向17°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向17°、垂直方向-

12.8°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-12.8°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0089】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第4・8面が非球面で、非球面形状は(7)式で定義される。また、第5・7面がDOE20を加工する基板(屈折面)で、第4面~第5面、第7面~第8面で定義されるのがDOE20が相当するultra-high index lens である。レンズ30のような裏面鏡は、単なる凹面反射鏡より負のベッツバル和の発生が少なく、像面湾曲の補正上好ましい。

【0090】この実施例の場合、光束は、DOE面20を透過した後にミラーで反射され、再びDOE20を透過するので、DOE20は色収差を2回補正する。したがって、DOE20のパワーは、第2実施例のような場合のDOE20のパワーの半分程度でよい。DOEのパワーが弱いと、2次スペクトルが減少するし、DOEのピッチも大きくなり、製작성も向上し好ましい。

【0091】本実施例の場合、DOE20の焦点距離は652.9mmなので、

$$f/f_{\text{DOE}} = 2 \times (30.08 / 652.9) = 0.092$$

であり、 $f = 30.08$ なので、条件式(2)、(12)を満足しており、良好な色収差補正がなされている。

【0092】また、通常のガラスレンズを使用した場合には、レンズ30の代わりに「ガラスレンズ+ガラスレンズ」のダブレットを使用しなければならないので、重量が非常に増加するが、本実施例のようにDOE20を使用すれば、軽量化される。また、本実施例のようにDOE20をプラスチック基板に加工すれば、大きく軽量化される。

【0093】また、重量よりも性能を重視するのであれば、レンズ30をDOE20面を含むダブレットとすれば、2次スペクトルが減少し、アポクロマートにすることができる。この場合は、条件式(12)の下限値はより小さくなる。

【0094】本実施例におけるDOE20も、有効径周辺に向かうにつれて近軸的に決まるピッチ配列よりも大きくなるピッチ配列を持っている。有効径中心から有効径の67% (10.08mm)の位置までは徐々にピッチが小さくなるが、有効径の67%の位置から外側に向かうにつれてピッチはだんだん大きくなる。なお、最小ピッチは65μmと、第5実施例のような場合の倍程度の値となっている。

【0095】(第8実施例)図11に第8実施例のレンズ断面図を示す。図11において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号5はビームスプリッタリズム、符号3はハーフミラー、符号22は正の屈折力を持つビームスプリッタリズムの入射面(逆追

跡で)、符号7はビームスプリッタリズムの射出面(逆追跡で)、符号30は正の屈折力を持つレンズでその片面がDOE(回折面)20で反対側の面が球面ミラーとなっており、この実施例は、第7実施例のビームスプリッタプリズム5の映像表示素子1側の面7を非球面とし、歪曲収差の補正とテレセントリック性の確保を行っている。

【0096】図31にこの実施例の横収差図を示す。図31において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向16.5°、(3)は画面の水平方向22°、垂直方向16.5°、(4)は画面の水平方向22°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向22°、垂直方向-16.5°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-16.5°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0097】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第4・8・10面が非球面で、非球面形状は(7)式で定義される。また、第5・7面がDOE20を加工する基板(屈折面)で、第4面~第5面、第7面~第8面で定義されるのがDOE20が相当するultra-high index lensである。本実施例の場合、 $f/f_{DOE} = 0.050$ 、 $f = 31.04$ と、条件式(2)、(12)を満足しており、良好な色収差補正がなされている。

【0098】(第9実施例)図12に第9実施例のレンズ断面図を示す。図12において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号5はビームスプリッタリズム、符号3はハーフミラー、符号21は正の屈折力を持つレンズ、符号7はビームスプリッタリズムの射出面(逆追跡で)、符号30は正の屈折力を持つレンズでその片面がDOE(回折面)20で反対側の面が球面ミラーとなっており、この実施例は、第8実施例のビームスプリッタプリズム5の眼球側の正パワーの面22の代わりに、正のパワーのレンズ21をプリズム5から独立して使用し、更に収差を小さくしている。

【0099】図32にこの実施例の横収差図を示す。図32において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向16.5°、(3)は画面の水平方向22°、垂直方向16.5°、(4)は画面の水平方向22°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向22°、垂直方向-16.5°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-16.5°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0100】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第6・10・12面が非球面で、非球面形状は(7)式で定義される。また、第7・9面がDOE20を加工する基板(屈折面)で、第6面~第7面、第9面~第10面で定義されるのがDOE20が相当するultra-

a-high index lensである。本実施例の場合、 $f/f_{DOE} = 0.055$ 、 $f = 32.42$ と、条件式(2)、(12)を満足しており、良好な色収差補正がなされている。

【0101】(第10実施例)図13に第10実施例のレンズ断面図を示す。図13において、符号Eは観察者眼球の瞳孔位置、符号1は映像表示素子、符号5はビームスプリッタリズム、符号3はハーフミラー、符号22は正の屈折力を持つビームスプリッタリズムの入射面(逆追跡で)、符号7はビームスプリッタリズムの射出面(逆追跡で)、符号30は正の屈折力を持つレンズでその一面が球面ミラーとなっており、この実施例は、反射鏡付近のプリズム5の面に回折面20を加工したものである。

【0102】図33にこの実施例の横収差図を示す。図33において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向16.5°、(3)は画面の水平方向22°、垂直方向16.5°、(4)は画面の水平方向22°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向22°、垂直方向-16.5°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-16.5°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0103】なお、後述する本実施例の数値データにおいて、第4・8・10面が非球面で、非球面形状は(7)式で定義される。また、第3・9面がDOE20を加工する基板(屈折面)で、第3面~第4面、第8面~第9面で定義されるのがDOE20が相当するultra-high index lensである。本実施例の場合、 $f/f_{DOE} = 0.055$ 、 $f = 31.58$ と、条件式(2)、(12)を満足しており、良好な色収差補正がなされている。

【0104】(第11~20実施例)以上、第1~第10実施例においては、例えば図4に示すように、何れも凹面鏡2と映像表示素子1とは相互に対向して視軸と交差する軸上に配置され、両者の間に凹面鏡2で反射された表示光を観察者の視軸方向へ反射させる角度でハーフミラー3が配置されていたが、例えば第11実施例の断面図を示す図14に示すように、凹面鏡2を視軸前方に配置し、視軸上に、視野外に配置した映像表示素子1からの光を反射させてこの凹面鏡2に入射させ、その反射光を透過させて瞳孔位置Eへ入射させるようにハーフミラー3を配置してもよい。

【0105】それぞれ第1~第10実施例をこのように配置変更した第11~第20実施例の断面図を図14~図23に示す。

【0106】第11~第17実施例の光学性能はそれぞれ第1~第7実施例のものと同じであるので、横収差図は省く。第18~第20実施例については、数値データ及び光学性能は異なるので、それぞれ図34~図36に

横収差図を示す。図34～図36において、(1)は画面の視軸方向(水平方向0°、垂直方向0°)、(2)は画面の水平方向0°、垂直方向16.5°、(3)は画面の水平方向22°、垂直方向16.5°、(4)は画面の水平方向22°、垂直方向0°、(5)は画面の水平方向22°、垂直方向-16.5°、(6)は画面の水平方向0°、垂直方向-16.5°における水平方向及び垂直方向の値を示すものである。

【0107】以下、上記第1～第20実施例の逆追跡の数値データを示すが、これらのデータは全て、瞳孔Eから映像表示素子1に至る逆追跡の順で示してあり、全ての実施例において、 r_0 は瞳孔Eを、 d_0 は作動距離(アイレリーフ)を、 r_1 、 r_2 …は各レンズ面又は反射面の曲率半径を、 d_1 、 d_2 …は各面間の間隔を、 n^*

画角: $34 \times 25.6^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 773781.74121$ (D O E)	$d_1 = 0.000000$	$n_{d1} = 1001$	$\nu_{d1} = -3.45$
(非球面)			
$r_2 = \infty$	$d_2 = 4.000000$	$n_{d2} = 1.5254$	$\nu_{d2} = 56.25$
$r_3 = -31.87344$	$d_3 = 12.000000$		
$r_4 = \infty$ (半透面)	$d_4 = -12.000000$		
$r_5 = 228.38756$ (反射面)	$d_5 = 23.0$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第1面

$k = -1.000000$

$A = -0.763110 \times 10^{-9}$

$\times B = 0.112135 \times 10^{-11}$

$C = D = 0$

※ 【0109】第2実施例

画角: $34 \times 25.6^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 340.15056$	$d_1 = 4.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = -37.52897$	$d_2 = 12.000000$		
$r_3 = \infty$ (半透面)	$d_3 = -13.000000$		
$r_4 = 199.63746$ (D O E)	$d_4 = 0.000000$	$n_{d2} = 1001$	$\nu_{d2} = -3.45$
(非球面)			
$r_5 = 199.58391$ (反射面)	$d_5 = 25.0$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第4面

$k = -1.000000$

$A = 0.176327 \times 10^{-7}$

$B = -0.133317 \times 10^{-10}$

$C = 0.457458 \times 10^{-13}$

$D = -0.580075 \times 10^{-16}$

40 【0110】第3実施例

画角: $24 \times 18^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 21.99560$	$d_1 = 10.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = \infty$ (半透面)	$d_2 = -9.000000$	$n_{d2} = 1.5254$	$\nu_{d2} = 56.25$
$r_3 = 104.64047$ (D O E)	$d_3 = 0.000000$	$n_{d3} = 1001$	$\nu_{d3} = -3.45$
(非球面)			
$r_4 = 104.58419$ (反射面)	$d_4 = 17.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_5 = \infty$	$d_5 = 3.04$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

21

非球面係数

第3面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.124162 \times 10^{-6}$$

$$B = 0.129508 \times 10^{-10}$$

画角: $40 \times 30^\circ$

$$r_0 = \infty \text{ (瞳)}$$

$$r_1 = 43.51033$$

$$r_2 = \infty \text{ (半透面)}$$

$$r_3 = 120.84016 \text{ (DOE)}$$

(非球面)

$$r_4 = 120.80362 \text{ (反射面)}$$

$$r_5 = \infty \text{ (非球面)}$$

$$r_{20} = \infty \text{ (表示面)}$$

非球面係数

第3面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.744292 \times 10^{-7}$$

$$B = -0.765828 \times 10^{-11}$$

$$C = 0.136963 \times 10^{-13}$$

$$D = 0$$

画角: $30 \times 22.6^\circ$

$$r_0 = \infty \text{ (瞳)}$$

$$r_1 = 39.89546$$

$$r_2 = -65.09032$$

$$r_3 = \infty$$

$$r_4 = \infty \text{ (半透面)}$$

$$r_5 = 120.00552 \text{ (DOE)}$$

(非球面)

$$r_6 = 119.95889 \text{ (反射面)}$$

$$r_7 = \infty$$

$$r_{20} = \infty \text{ (表示面)}$$

非球面係数

第5面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.760676 \times 10^{-7}$$

$$B = 0.180639 \times 10^{-11}$$

画角: $30 \times 22.6^\circ$

$$r_0 = \infty \text{ (瞳)}$$

$$r_1 = 62.89429 \text{ (DOE)}$$

(非球面)

$$r_2 = 62.90322$$

$$r_3 = -44.06188$$

$$r_4 = \infty$$

$$r_5 = \infty \text{ (半透面)}$$

$$r_6 = 112.87621 \text{ (反射面)}$$

$$r_7 = \infty$$

$$r_{20} = \infty \text{ (表示面)}$$

非球面係数

第1面

$$* C = 0.315499 \times 10^{-12}$$

$$D = -0.151371 \times 10^{-14}$$

【0111】第4实施例

*

$$d_0 = 20.000000$$

$$d_1 = 14.000000 \quad n_{d1} = 1.5254 \quad \nu_{d1} = 56.25$$

$$d_2 = -13.000000 \quad n_{d2} = 1.5254 \quad \nu_{d2} = 56.25$$

$$d_3 = 0.000000 \quad n_{d3} = 1001 \quad \nu_{d3} = -3.45$$

$$d_4 = 25.000000 \quad n_{d4} = 1.5254 \quad \nu_{d4} = 56.25$$

$$d_5 = 6.00$$

※第5面

$$k = -1.000000$$

$$A = -0.327713 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.239321 \times 10^{-6}$$

$$C = D = 0$$

20

※ 【0112】第5实施例

$$d_0 = 20.000000$$

$$d_1 = 4.000000 \quad n_{d1} = 1.5254 \quad \nu_{d1} = 56.25$$

$$d_2 = 0.500000$$

$$d_3 = 10.000000 \quad n_{d2} = 1.5254 \quad \nu_{d2} = 56.25$$

$$d_4 = -10.000000 \quad n_{d3} = 1.5254 \quad \nu_{d3} = 56.25$$

$$d_5 = 0.000000 \quad n_{d4} = 1001 \quad \nu_{d4} = -3.45$$

$$d_6 = 20.000000 \quad n_{d5} = 1.5254 \quad \nu_{d5} = 56.25$$

$$d_7 = 3.01$$

★C = 0

$$D = 0.103948 \times 10^{-15}$$

【0113】第6实施例

★

$$d_0 = 20.000000$$

$$d_1 = 0.000000 \quad n_{d1} = 1001 \quad \nu_{d1} = -3.45$$

$$d_2 = 4.000000 \quad n_{d2} = 1.5254 \quad \nu_{d2} = 56.25$$

$$d_3 = 0.500000$$

$$d_4 = 10.000000 \quad n_{d3} = 1.5254 \quad \nu_{d3} = 56.25$$

$$d_5 = -10.000000 \quad n_{d4} = 1.5254 \quad \nu_{d4} = 56.25$$

$$d_6 = 20.000000 \quad n_{d5} = 1.5254 \quad \nu_{d5} = 56.25$$

$$d_7 = 3.00$$

$$k = -1.000000$$

$$50 \quad A = 0.495161 \times 10^{-6}$$

23

24

$$B = 0.180086 \times 10^{-9}$$

$$C = -0.101225 \times 10^{-11}$$

$$D = 0.322344 \times 10^{-14}$$

画角: $34 \times 25.5^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 43.97819$	$d_1 = 15.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = \infty$ (半透面)	$d_2 = -14.000000$	$n_{d2} = 1.5254$	$\nu_{d2} = 56.25$
$r_3 = 356.33121$	$d_3 = -0.500000$		
$r_4 = -652937.0000$ (D O E)	$d_4 = 0.000000$	$n_{d3} = 1001$	$\nu_{d3} = -3.45$
(非球面)			
$r_5 = \infty$	$d_5 = -2.600000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_6 = 132.98513$ (反射面)	$d_6 = 2.600000$	$n_{d5} = 1.5254$	$\nu_{d5} = 56.25$
$r_7 = \infty$ (D O E)	$d_7 = 0.000000$	$n_{d6} = 1001$	$\nu_{d6} = -3.45$
$r_8 = -652937.0000$ (非球面)	$d_8 = 0.500000$		
$r_9 = 356.33121$	$d_9 = 25.000000$	$n_{d7} = 1.5254$	$\nu_{d7} = 56.25$
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 3.01$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第4, 8面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.274421 \times 10^{-8}$$

$$B = -0.141423 \times 10^{-10}$$

画角: $44 \times 33^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 75.87435$	$d_1 = 16.500000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = \infty$ (半透面)	$d_2 = -16.500000$	$n_{d2} = 1.5254$	$\nu_{d2} = 56.25$
$r_3 = 84.03475$	$d_3 = -0.500000$		
$r_4 = -1251800.000$ (D O E)	$d_4 = 0.000000$	$n_{d3} = 1001$	$\nu_{d3} = -3.45$
(非球面)			
$r_5 = \infty$	$d_5 = -3.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_6 = 178.44375$ (反射面)	$d_6 = 3.000000$	$n_{d5} = 1.5254$	$\nu_{d5} = 56.25$
$r_7 = \infty$ (D O E)	$d_7 = 0.000000$	$n_{d6} = 1001$	$\nu_{d6} = -3.45$
$r_8 = -1251800.000$ (非球面)	$d_8 = 0.500000$		
$r_9 = 84.03475$	$d_9 = 28.000000$	$n_{d7} = 1.5254$	$\nu_{d7} = 56.25$
$r_{10} = \infty$ (非球面)	$d_{10} = 4.000$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第4, 8面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.179500 \times 10^{-9}$$

$$B = -0.448510 \times 10^{-12}$$

$$C = 0.735951 \times 10^{-15}$$

$$D = 0$$

画角: $44 \times 33^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 82.39535$	$d_1 = 4.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = -432.46368$	$d_2 = 0.500000$		
$r_3 = \infty$	$d_3 = 16.000000$	$n_{d2} = 1.5254$	$\nu_{d2} = 56.25$
$r_4 = \infty$ (半透面)	$d_4 = -16.500000$	$n_{d3} = 1.5254$	$\nu_{d3} = 56.25$
$r_5 = 88.04570$	$d_5 = -0.500000$		

*
【0114】第7实施例

*

$$\times C = 0.572510 \times 10^{-13}$$

$$D = -0.831347 \times 10^{-16}$$

20

【0115】第8实施例

※

第10面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.220982 \times 10^{-4}$$

$$40 \quad B = 0.739684 \times 10^{-7}$$

$$C = D = 0$$

【0116】第9实施例

25

$r_6 = -1170100.000$ (D O E)
(非球面)

$r_7 = \infty$

$r_8 = 187.64261$ (反射面)

$r_9 = \infty$ (D O E)

$r_{10} = -1170100.000$ (非球面)

$r_{11} = 88.04570$

$r_{12} = \infty$ (非球面)

$r_{20} = \infty$ (表示面)

非球面係数

第6, 10面

$k = -1.000000$

$A = 0.238088 \times 10^{-9}$

$B = -0.526503 \times 10^{-12}$

$C = 0.681039 \times 10^{-15}$

$D = 0$

画角: $4.4 \times 3.3^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)

$r_1 = 70.09475$

$r_2 = \infty$ (半透面)

$r_3 = 82.00225$ (D O E)

$r_4 = 81.99634$ (非球面)

$r_5 = 568.47977$

$r_6 = 173.58687$ (反射面)

$r_7 = 568.47977$

$r_8 = 81.99634$ (D O E)
(非球面)

$r_9 = 82.00225$

$r_{10} = \infty$ (非球面)

$r_{20} = \infty$ (表示面)

非球面係数

第4, 8面

$k = 0.000000$

$A = -0.349072 \times 10^{-9}$

$B = 0.956359 \times 10^{-12}$

$C = -0.142128 \times 10^{-14}$

$D = 0$

画角: $3.4 \times 2.5.6^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)

$r_1 = 773781.74121$ (D O E)
(非球面)

$r_2 = \infty$

$r_3 = -31.87344$

$r_4 = -228.38756$ (反射面)

$r_5 = \infty$ (半透面)

$r_{20} = \infty$ (表示面)

非球面係数

第1面

$k = -1.000000$

$A = -0.763110 \times 10^{-9}$

$d_6 = 0.000000 \quad n_{d4} = 1001 \quad v_{d4} = -3.45$

$d_7 = -3.000000 \quad n_{d5} = 1.5254 \quad v_{d5} = 56.25$

$d_8 = 3.000000 \quad n_{d6} = 1.5254 \quad v_{d6} = 56.25$

$d_9 = 0.000000 \quad n_{d7} = 1001 \quad v_{d7} = -3.45$

$d_{10} = 0.500000$

$d_{11} = 28.000000 \quad n_{d8} = 1.5254 \quad v_{d8} = 56.25$

$d_{12} = 3.984$

10 * 第12面

$k = -1.000000$

$A = 0.235167 \times 10^{-4}$

$B = 0.489255 \times 10^{-7}$

$C = D = 0$

* 【0117】第10实施例

$d_0 = 20.000000$

$d_1 = 16.500000 \quad n_{d1} = 1.5254 \quad v_{d1} = 56.25$

$d_2 = -16.500000 \quad n_{d2} = 1.5254 \quad v_{d2} = 56.25$

$d_3 = 0.000000 \quad n_{d3} = 1001 \quad v_{d3} = -3.45$

$d_4 = -0.500000$

$d_5 = -3.000000 \quad n_{d4} = 1.5254 \quad v_{d4} = 56.25$

$d_6 = 3.000000 \quad n_{d5} = 1.5254 \quad v_{d5} = 56.25$

$d_7 = 0.500000$

$d_8 = 0.000000 \quad n_{d6} = 1001 \quad v_{d6} = -3.45$

$d_9 = 28.000000 \quad n_{d7} = 1.5254 \quad v_{d7} = 56.25$

$d_{10} = 4.00$

※第10面

$k = -1.000000$

$A = 0.136238 \times 10^{-4}$

$B = 0.826546 \times 10^{-7}$

$C = D = 0$

※ 【0118】第11实施例

$d_0 = 20.000000$

$d_1 = 0.000000 \quad n_{d1} = 1001 \quad v_{d1} = -3.45$

$d_2 = 4.000000 \quad n_{d2} = 1.5254 \quad v_{d2} = 56.25$

$d_3 = 24.000000$

$d_4 = -12.000000$

$d_5 = 11.000000$

$B = 0.112135 \times 10^{-11}$

$C = D = 0$

50 【0119】第12实施例

(15)

特開平7-181391

27

28

画角: $34 \times 25.6^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 340.15056$	$d_1 = 4.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$v_{d1} = 56.25$
$r_2 = -37.52897$	$d_2 = 25.000000$		
$r_3 = -199.63746$ (D O E)	$d_3 = 0.000000$	$n_{d2} = 1001$	$v_{d2} = -3.45$
(非球面)			
$r_4 = -199.58391$ (反射面)	$d_4 = -13.000000$		
$r_5 = \infty$ (半透面)	$d_5 = 12.000000$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第3面

 $k = -1.000000$ $A = -0.176327 \times 10^{-7}$ $B = 0.133317 \times 10^{-10}$ $10 * C = -0.457458 \times 10^{-13}$ $D = 0.580075 \times 10^{-16}$

【0120】

*

第13实施例

画角: $24 \times 18^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 21.99560$	$d_1 = 19.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$v_{d1} = 56.25$
$r_2 = -104.64047$ (D O E)	$d_2 = 0.000000$	$n_{d2} = 1001$	$v_{d2} = -3.45$
(非球面)			
$r_3 = -104.58419$ (反射面)	$d_3 = -9.000000$	$n_{d3} = 1.5254$	$v_{d3} = 56.25$
$r_4 = \infty$ (半透面)	$d_4 = 8.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$v_{d4} = 56.25$
$r_5 = \infty$	$d_5 = 3.04$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第2面

 $k = -1.000000$ $A = -0.124162 \times 10^{-6}$ $B = -0.129508 \times 10^{-10}$ $* C = -0.315499 \times 10^{-12}$ $D = 0.151371 \times 10^{-14}$

【0121】第14实施例

※

画角: $40 \times 30^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 43.51033$	$d_1 = 27.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$v_{d1} = 56.25$
$r_2 = -120.84016$ (D O E)	$d_2 = 0.000000$	$n_{d2} = 1001$	$v_{d2} = -3.45$
(非球面)			
$r_3 = -120.80362$ (反射面)	$d_3 = -13.000000$	$n_{d3} = 1.5254$	$v_{d3} = 56.25$
$r_4 = \infty$ (半透面)	$d_4 = 12.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$v_{d4} = 56.25$
$r_5 = \infty$ (非球面)	$d_5 = 6.00$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第2面

 $k = -1.000000$ $A = -0.744292 \times 10^{-7}$ $B = 0.765828 \times 10^{-11}$ $C = -0.136963 \times 10^{-13}$ $D = 0$

第5面

40 $k = -1.000000$ $A = -0.327713 \times 10^{-4}$ $B = 0.239321 \times 10^{-6}$ $C = D = 0$

【0122】第15实施例

画角: $30 \times 22.6^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 39.89546$	$d_1 = 4.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$v_{d1} = 56.25$
$r_2 = -65.09032$	$d_2 = 0.500000$		
$r_3 = \infty$	$d_3 = 20.000000$	$n_{d2} = 1.5254$	$v_{d2} = 56.25$

(16)

特開平7-181391

29

30

$r_4 = -120.00552(\text{D O E})$ (非球面)	$d_4 = 0.000000$	$n_{d3} = 1001$	$\nu_{d3} = -3.45$
$r_5 = -119.95889(\text{反射面})$	$d_5 = -10.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_6 = \infty$ (半透面)	$d_6 = 10.000000$	$n_{d5} = 1.5254$	$\nu_{d5} = 56.25$
$r_7 = \infty$	$d_7 = 3.01$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

* C = 0

第4面

D = $-0.103948 \times 10^{-15}$

k = -1.000000

A = -0.760676×10^{-7} B = $-0.180639 \times 10^{-11}$

10 【0 1 2 3】第16实施例

*

画角: $30 \times 22.6^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 62.89429(\text{D O E})$ (非球面)	$d_1 = 0.000000$	$n_{d1} = 1001$	$\nu_{d1} = -3.45$
$r_2 = 62.90322$	$d_2 = 4.000000$	$n_{d2} = 1.5254$	$\nu_{d2} = 56.25$
$r_3 = -44.06188$	$d_3 = 0.500000$		
$r_4 = \infty$	$d_4 = 20.000000$	$n_{d3} = 1.5254$	$\nu_{d3} = 56.25$
$r_5 = -112.87621(\text{反射面})$	$d_5 = -10.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_6 = \infty$ (半透面)	$d_6 = 10.000000$	$n_{d5} = 1.5254$	$\nu_{d5} = 56.25$
$r_7 = \infty$	$d_7 = 3.00$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

※ C = $-0.101225 \times 10^{-11}$

第1面

D = 0.322344×10^{-14}

k = -1.000000

A = 0.495161×10^{-6} B = 0.180086×10^{-9}

【0 1 2 4】第17实施例

※

画角: $34 \times 25.5^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 43.97819$	$d_1 = 29.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = -356.33121$	$d_2 = 0.500000$		
$r_3 = 652937.23077(\text{D O E})$ (非球面)	$d_3 = 0.000000$	$n_{d2} = 1001$	$\nu_{d2} = -3.45$
$r_4 = \infty$	$d_4 = 2.600000$	$n_{d3} = 1.5254$	$\nu_{d3} = 56.25$
$r_5 = -132.98513(\text{反射面})$	$d_5 = -2.600000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_6 = \infty$ (D O E)	$d_6 = 0.000000$	$n_{d5} = 1001$	$\nu_{d5} = -3.45$
$r_7 = 652937.23077(\text{非球面})$	$d_7 = -0.500000$		
$r_8 = -356.33121$	$d_8 = -14.000000$	$n_{d6} = 1.5254$	$\nu_{d6} = 56.25$
$r_9 = \infty$ (半透面)	$d_9 = 11.000000$	$n_{d7} = 1.5254$	$\nu_{d7} = 56.25$
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 3.01$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

C = $-0.572510 \times 10^{-13}$

第3, 7面

D = 0.831347×10^{-15}

k = -1.000000

A = -0.274421×10^{-8} B = 0.141423×10^{-10}

【0 1 2 5】第18实施例

画角: $44 \times 33^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 54.73019$	$d_1 = 32.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = -126.01373$	$d_2 = 0.500000$		

(17)

特開平 7-181391

31

32

$r_3 = 582347.91693$ (D O E) (非球面)	$d_3 = 0.000000$	$n_{d2} = 1001$	$\nu_{d2} = -3.45$
$r_4 = \infty$	$d_4 = 3.000000$	$n_{d3} = 1.5254$	$\nu_{d3} = 56.25$
$r_5 = -209.15616$ (反射面)	$d_5 = -3.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_6 = \infty$ (D O E)	$d_6 = 0.000000$	$n_{d5} = 1001$	$\nu_{d5} = -3.45$
$r_7 = 582347.91693$ (非球面)	$d_7 = -0.500000$		
$r_8 = -126.01373$	$d_8 = -15.000000$	$n_{d6} = 1.5254$	$\nu_{d6} = 56.25$
$r_9 = \infty$ (半透面)	$d_9 = 15.000000$	$n_{d7} = 1.5254$	$\nu_{d7} = 56.25$
$r_{10} = \infty$ (非球面)	$d_{10} = 3.000$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第 3, 7 面

$$k = -1.000000$$

$$A = -0.166031 \times 10^{-8}$$

$$B = 0.300191 \times 10^{-11}$$

$$C = -0.286505 \times 10^{-14}$$

$$D = 0$$

* 第 10 面

$$k = -1.000000$$

$$A = -0.146847 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.102104 \times 10^{-6}$$

$$C = D = 0$$

* 【0 1 2 6】第 19 实施例

画角: $44 \times 33^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 79.79999$	$d_1 = 4.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = 742.84061$	$d_2 = 0.500000$		
$r_3 = \infty$	$d_3 = 32.500000$	$n_{d2} = 1.5254$	$\nu_{d2} = 56.25$
$r_4 = -86.60547$	$d_4 = 0.500000$		
$r_5 = 1270400.0000$ (D O E) (非球面)	$d_5 = 0.000000$	$n_{d3} = 1001$	$\nu_{d3} = -3.45$
$r_6 = \infty$	$d_6 = 3.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_7 = -198.13591$ (反射面)	$d_7 = -3.000000$	$n_{d5} = 1.5254$	$\nu_{d5} = 56.25$
$r_8 = \infty$ (D O E)	$d_8 = 0.000000$	$n_{d6} = 1001$	$\nu_{d6} = -3.45$
$r_9 = 1270400.0000$ (非球面)	$d_9 = -0.500000$		
$r_{10} = -86.60547$	$d_{10} = -16.500000$	$n_{d7} = 1.5254$	$\nu_{d7} = 56.25$
$r_{11} = \infty$ (半透面)	$d_{11} = 15.000000$	$n_{d8} = 1.5254$	$\nu_{d8} = 56.25$
$r_{12} = \infty$ (非球面)	$d_{12} = 4.000000$		
$r_{20} = \infty$ (表示面)			

非球面係数

第 5, 9 面

$$k = -1.000000$$

$$A = -0.268430 \times 10^{-9}$$

$$B = 0.518185 \times 10^{-12}$$

$$C = -0.539659 \times 10^{-15}$$

$$D = 0$$

第 12 面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.132600 \times 10^{-4}$$

$$B = 0.544729 \times 10^{-7}$$

$$C = D = 0$$

40 【0 1 2 7】第 20 实施例

画角: $44 \times 33^\circ$

$r_0 = \infty$ (瞳)	$d_0 = 20.000000$		
$r_1 = 78.81862$	$d_1 = 33.000000$	$n_{d1} = 1.5254$	$\nu_{d1} = 56.25$
$r_2 = -73.11829$ (D O E)	$d_2 = 0.000000$	$n_{d2} = 1001$	$\nu_{d2} = -3.45$
$r_3 = -73.11389$ (非球面)	$d_3 = 0.500000$		
$r_4 = -292.23283$	$d_4 = 3.000000$	$n_{d3} = 1.5254$	$\nu_{d3} = 56.25$
$r_5 = -182.26137$ (反射面)	$d_5 = -3.000000$	$n_{d4} = 1.5254$	$\nu_{d4} = 56.25$
$r_6 = -292.23283$	$d_6 = -0.500000$		
$r_7 = -73.11389$ (D O E) (非球面)	$d_7 = -0.500000$	$n_{d5} = 1001$	$\nu_{d5} = -3.45$

33

$$r_8 = -73.11829$$

$$r_9 = \infty \quad (\text{半透面})$$

$$r_{10} = \infty \quad (\text{非球面})$$

$$r_{20} = \infty \quad (\text{表示面})$$

$$d_8 = -16.500000 \quad n_{d6} = 1.5254 \quad \nu_{d6} = 56.25$$

$$d_9 = 14.000000 \quad n_{d7} = 1.5254 \quad \nu_{d7} = 56.25$$

$$d_{10} = 4.000000$$

34

非球面係数

第 3, 7 面

$$k = 0.000000$$

$$A = 0.556292 \times 10^{-9}$$

$$B = -0.161340 \times 10^{-11}$$

$$C = 0.178046 \times 10^{-14}$$

$$D = 0$$

第 10 面

$$k = -1.000000$$

$$A = 0.177330 \times 10^{-5}$$

$$B = 0.896054 \times 10^{-7}$$

$$C = D = 0$$

【0128】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の構成によれば、色収差が良好に補正されたコンパクトで軽量の広
20 画角頭部到着式映像表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明で用いる回折光学素子を説明するための屈折の原理図である。

【図 2】本発明で用いる回折光学素子を説明するための回折の原理図である。

【図 3】超高屈折率レンズ (ultra-high index lens) の説明図である。

【図 4】本発明の第 1 実施例のレンズ断面図である。

【図 5】第 2 実施例のレンズ断面図である。

【図 6】第 3 実施例のレンズ断面図である。

【図 7】第 4 実施例のレンズ断面図である。

【図 8】第 5 実施例のレンズ断面図である。

【図 9】第 6 実施例のレンズ断面図である。

【図 10】第 7 実施例のレンズ断面図である。

【図 11】第 8 実施例のレンズ断面図である。

【図 12】第 9 実施例のレンズ断面図である。

【図 13】第 10 実施例のレンズ断面図である。

【図 14】第 11 実施例のレンズ断面図である。

【図 15】第 12 実施例のレンズ断面図である。

【図 16】第 13 実施例のレンズ断面図である。

【図 17】第 14 実施例のレンズ断面図である。

【図 18】第 15 実施例のレンズ断面図である。

【図 19】第 16 実施例のレンズ断面図である。

【図 20】第 17 実施例のレンズ断面図である。

【図 21】第 18 実施例のレンズ断面図である。

【図 22】第 19 実施例のレンズ断面図である。

【図 23】第 20 実施例のレンズ断面図である。

【図 24】第 1 実施例の横収差図である。

10 【図 25】第 2 実施例の横収差図である。

【図 26】第 3 実施例の横収差図である。

【図 27】第 4 実施例の横収差図である。

【図 28】第 5 実施例の横収差図である。

【図 29】第 6 実施例の横収差図である。

【図 30】第 7 実施例の横収差図である。

【図 31】第 8 実施例の横収差図である。

【図 32】第 9 実施例の横収差図である。

【図 33】第 10 実施例の横収差図である。

【図 34】第 18 実施例の横収差図である。

20 【図 35】第 19 実施例の横収差図である。

【図 36】第 20 実施例の横収差図である。

【図 37】従来技術の映像表示装置の光学系の一例を示す断面図である。

【図 38】別の従来例の光学系を示す断面図である。

【図 39】従来技術の映像表示装置を広画角化した光学系の断面図である。

【図 40】別の従来技術の映像表示装置を広画角化した光学系の断面図である。

【符号の説明】

30 ①…光線

②…法線

⑤…超高屈折率レンズ (ultra-high index lens)

E…瞳孔位置

1…映像表示素子

2…凹面鏡

3…ハーフミラー

4…眼球

5…ビームスプリッタプリズム

7…ビームスプリッタプリズムの映像表示素子側の非球

40 面

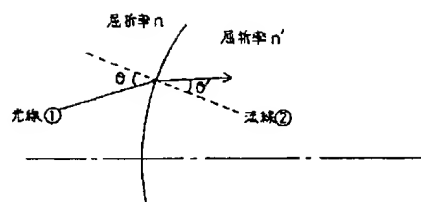
20…DOE

21…正レンズ

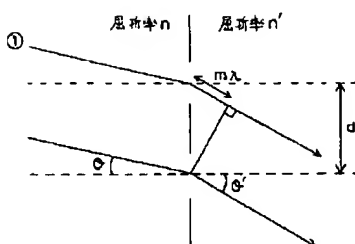
22…ビームスプリッタプリズムの射出面 (逆追跡で)

30…正レンズ

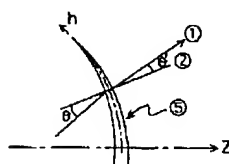
【図1】



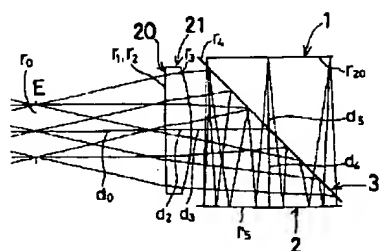
【図2】



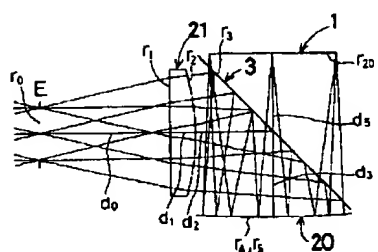
【図3】



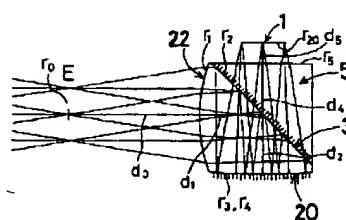
【図4】



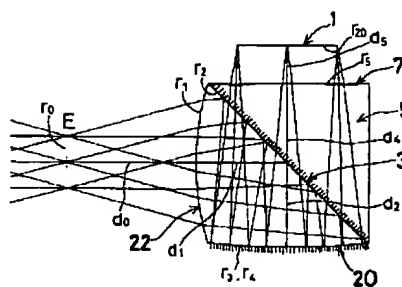
【図5】



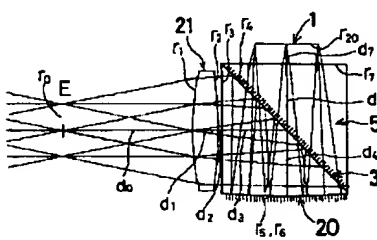
【図6】



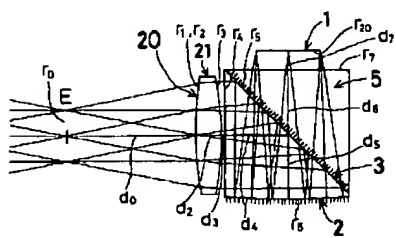
【図7】



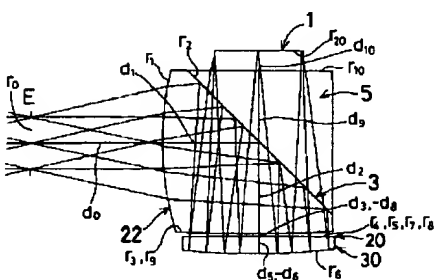
【図8】



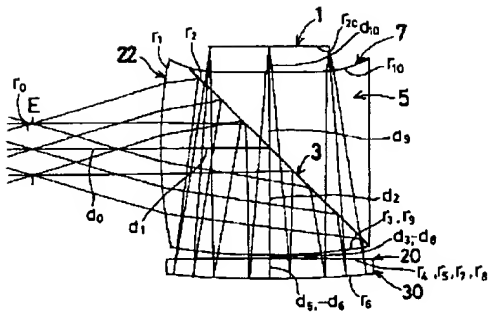
【図9】



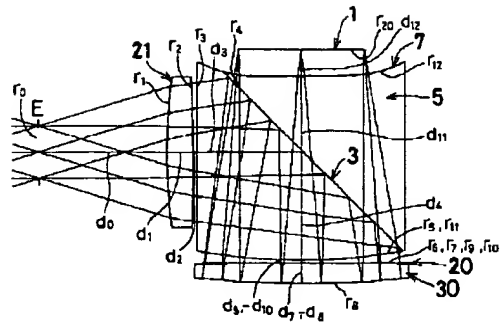
【図10】



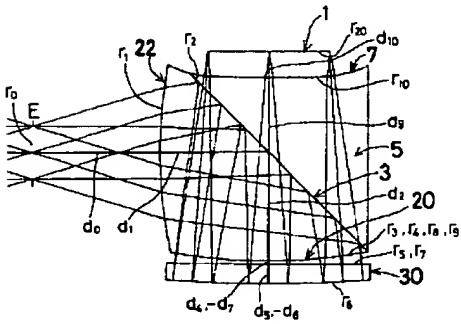
【図11】



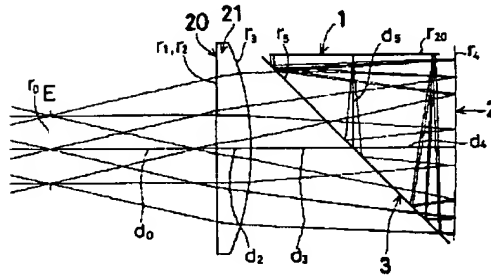
【図12】



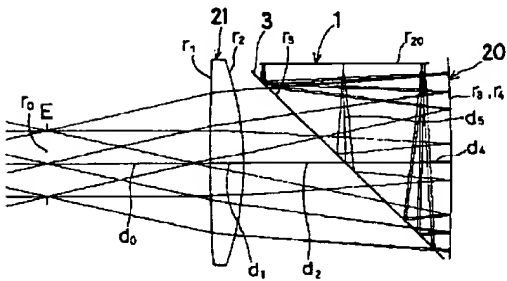
【図13】



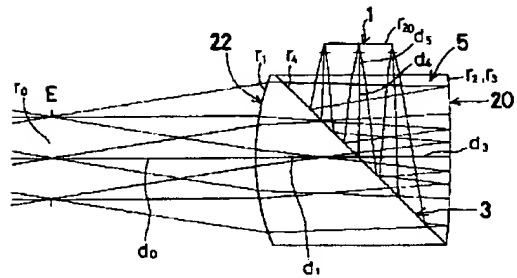
【図14】



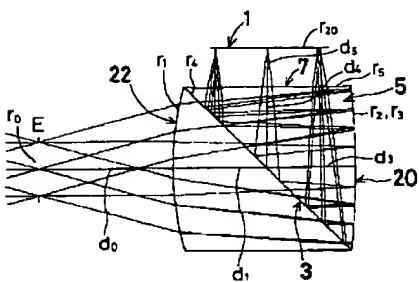
【図15】



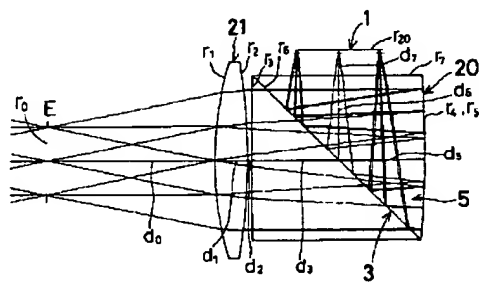
【図16】



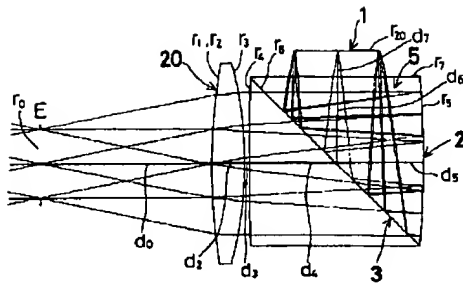
【図17】



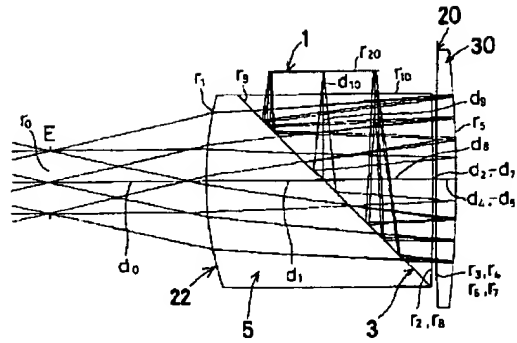
【図18】



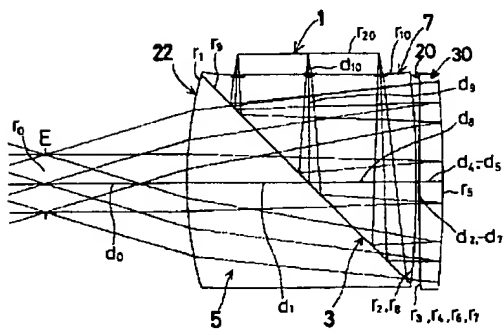
【例 19】



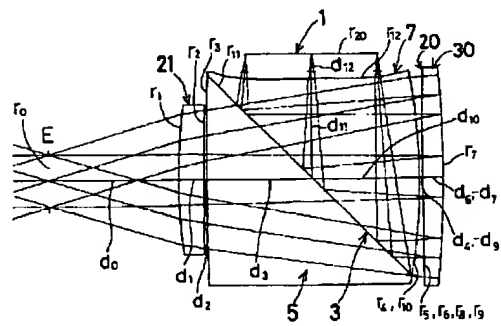
【例 20】



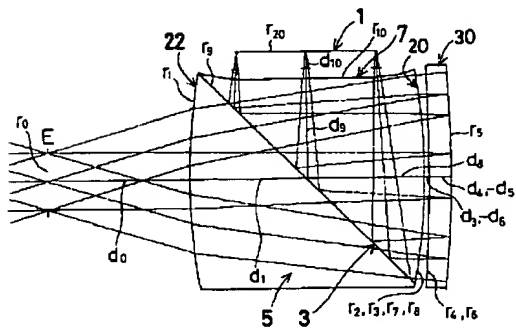
【图 2 1】



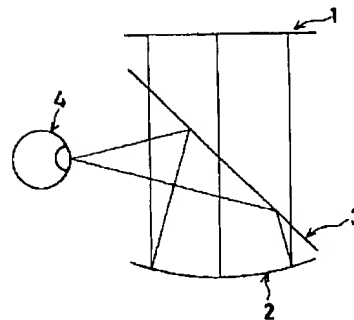
【图 2-2】



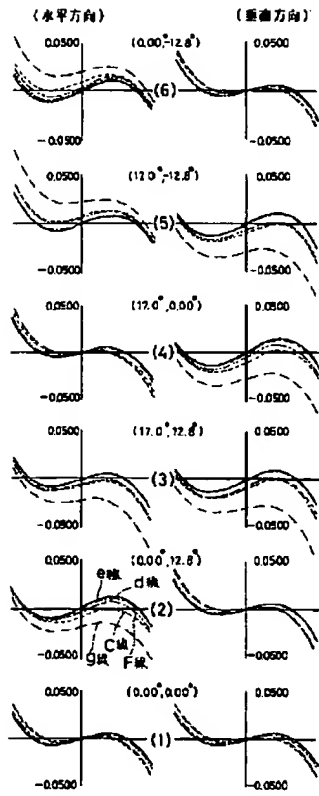
【图 2 3】



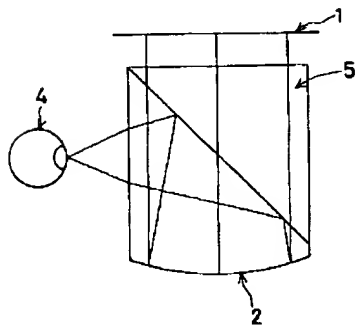
【图 3 7】



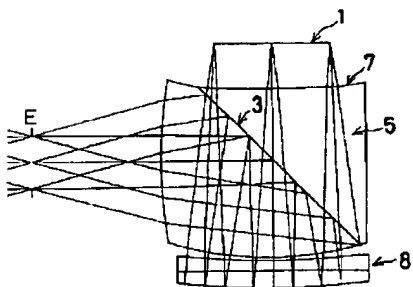
【図24】



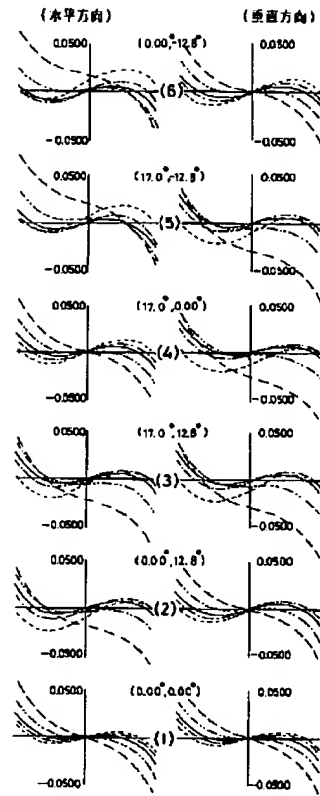
【図38】



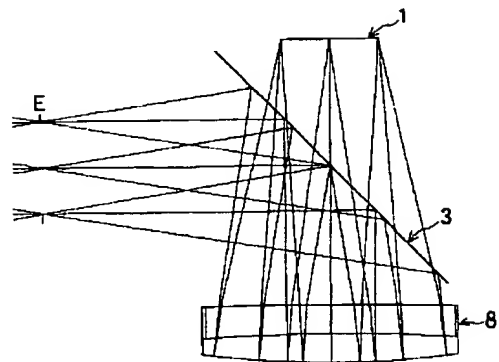
【図40】



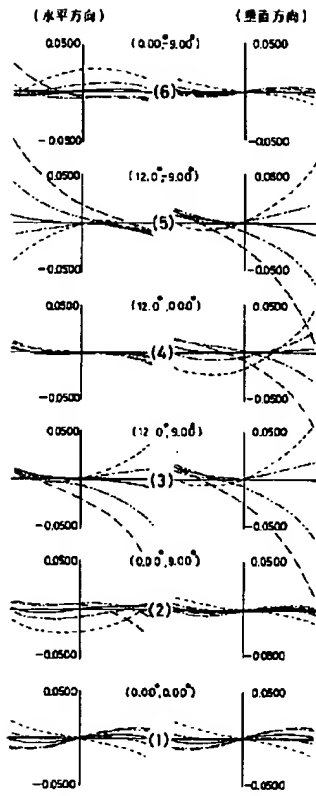
【図25】



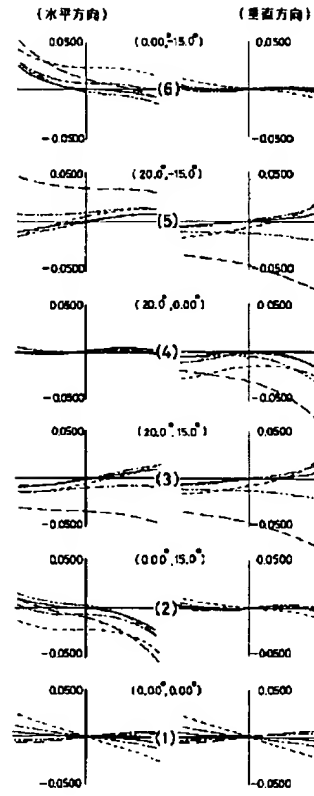
【図39】



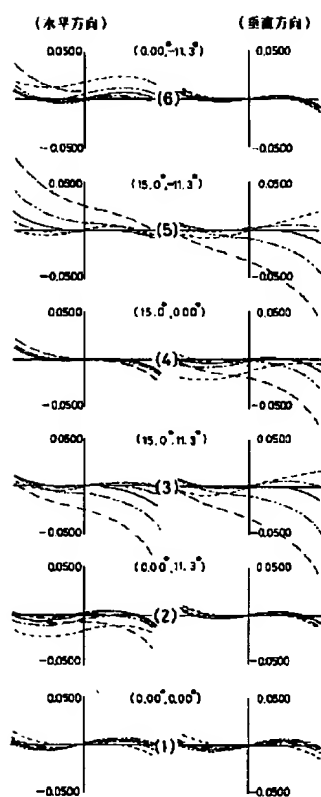
【図26】



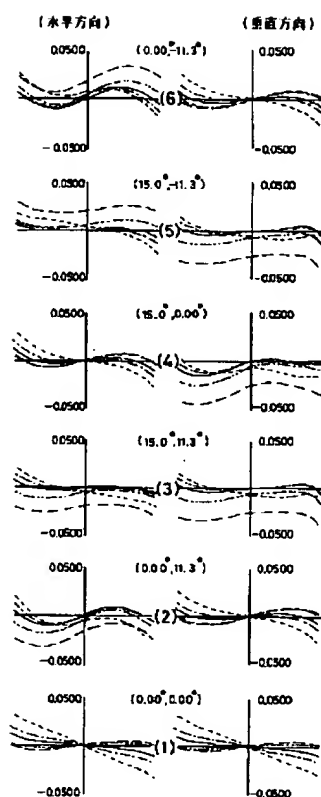
【図27】



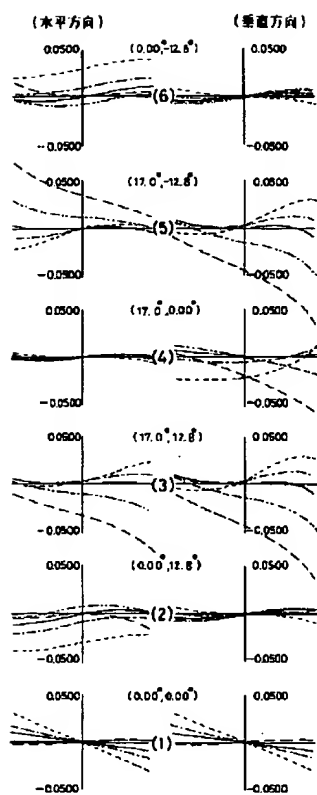
【図28】



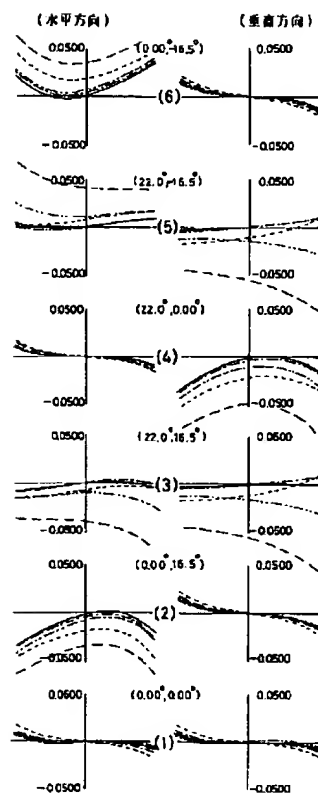
【図29】



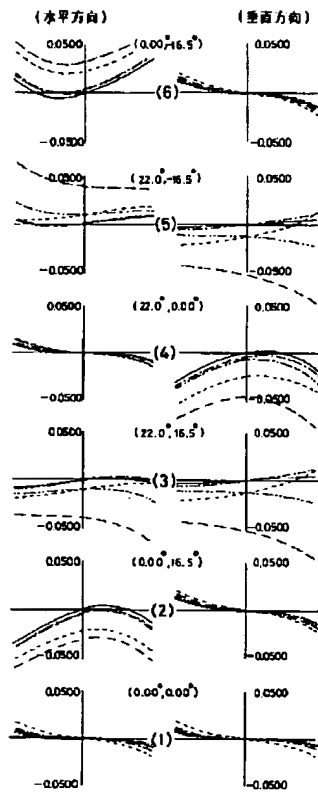
【図30】



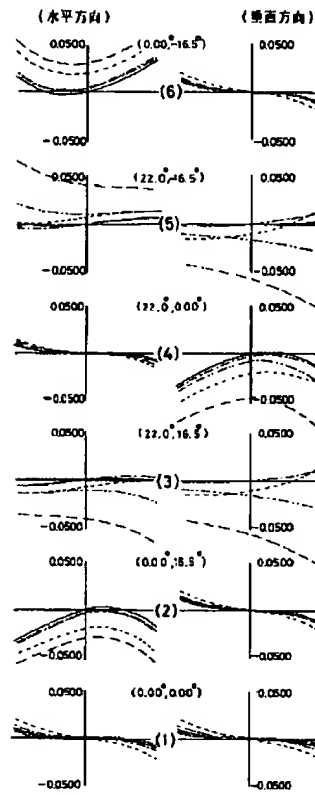
【図31】



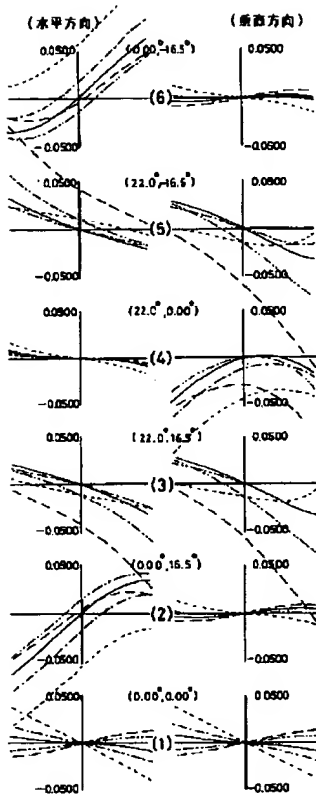
【図32】



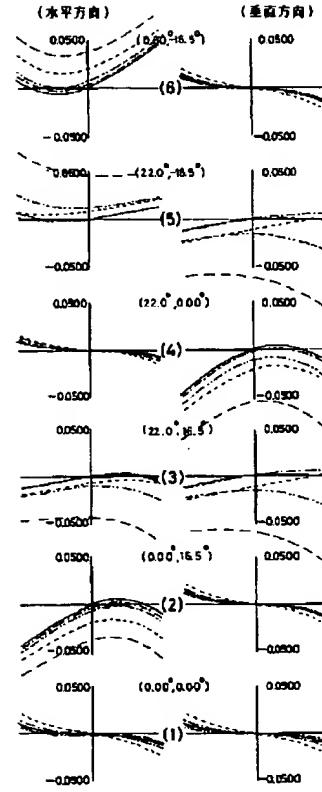
【図33】



【図34】



【図35】



【図36】

